

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА ІМЕНІ О.М. БЕКЕТОВА**

## **МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**

ДО ПРОВЕДЕННЯ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ ІЗ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### **«БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ»**

*(для студентів 2 курсу галузі знань 18 – Виробництво та  
технології спеціальності 185 – Нафтогазова інженерія  
та технології)*

**Харків  
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова  
2019**

Методичні рекомендації до проведення практичних занять із навчальної дисципліни «Безпека життєдіяльності та основи охорони праці» (для студентів 2 курсу галузі знань 18 – Виробництво та технології спеціальності 185 – Нафтогазова інженерія та технології) / В. Е. Абракітов; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова , 2019. – 47 с.

Укладач: канд. техн. наук, доц. В. Е. Абракітов

Рецензент

Г. В. Фесенко, кандидат технічних наук, доцент Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова

*Рекомендовано кафедрою охорони праці та безпеки життєдіяльності, протокол № 1 від 29.08.2017.*

## ЗМІСТ

Практичне заняття № 1 РОЗРАХУНОК І ПРОЕКТУВАННЯ МІСЦЕВОЇ ВИТЯЖНОЇ ВЕНТИЛЯЦІЇ.....	5
1.1 Загальні відомості.....	5
1.2 Зміст роботи.....	6
1.3 Порядок виконання роботи.....	7
1.3.1 Вибір конструкції місцевого відсмоктувача .....	7
1.3.2 Визначення продуктивності місцевого відсмоктувача....	8
1.4 Розрахунок опору вентиляційної мережі .....	11
1.5 Вибір вентилятора .....	12
Контрольні питання.....	13
Список джерел.....	13
Практичне заняття № 2 ЗАХИСТ ВІД ШУМУ .....	13
2.1 Загальні питання .....	13
2.2 Розрахунок звукоізоляції огорожувальних конструкцій	14
2.2.1 Розрахунок звукоізоляції кожуха.....	16
2.2.2 Розрахунок звукопоглинаючого облицювання поверхонь огорожувальних конструкцій.....	19
2.3 Визначення рівня шуму на території житлової забудови.	21
Контрольні запитання .....	24
Список джерел.....	25
Практичне заняття № 3 РОЗРАХУНОК ЗАНУЛЕННЯ ОДНОФАЗОВИХ СПОЖИВАЧІВ.....	25
3.1 Загальні положення .....	25
3.2 Початкові дані для розрахунку .....	27
3.3 Послідовність розрахунків .....	27
3.3.1 Вибір запобіжника .....	27
3.3.2 Визначення струму короткого замикання фази на корпус ЕУ .....	28
3.4 Перевірка виконання умов надійності та ефективності роботи занулення.....	31
Контрольні питання.....	32
Список джерел.....	32

Практичне заняття № 4 РОЗРАХУНОК СОЦІАЛЬНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРАЦЕОХОРОННИХ ЗАХОДІВ НА ПІДПРИЄМСТВІ.....	33
4.1 Загальні питання .....	33
4.2 Методика розрахунку соціальної ефективності працезохоронних заходів .....	34
4.3 Порядок виконання практичної роботи.....	37
Контрольні питання.....	38
Список джерел .....	38
ДОДАТОК А .....	39
ДОДАТОК Б .....	46

## **ВСТУП. ЗАГАЛЬНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**

**Мета вивчення дисципліни «Безпека життєдіяльності та основи охорони праці»** – надати майбутньому фахівцю теоретичні знання та практичні навички задля вирішення проблем організації та технічного забезпечення безпечних та нешкідливих умов праці на об'єктах його майбутньої професійної діяльності.

**Завдання вивчення дисципліни «Безпека життєдіяльності та основи охорони праці»** – формування у майбутніх фахівців знань, навичок, умінь щодо стану проблем охорони праці у галузі відповідно до напрямку їх підготовки, складових і функціонування управління охороною праці та шляхів, методів та засобів забезпечення умов виробничого середовища і безпеки праці згідно з чинними законодавчими та іншими нормативно-правовими актами.

Для закріплення теоретичних знань та набуття відповідних практичних навичок вивчення теоретичного курсу супроводжується проведенням практичних занять.

### **Завдання до проведення практичних занять:**

- а) вивчити загальні питання щодо призначення розрахунку, сферу його практичного застосування й основні принципи;
- б) оцінити рівень своєї готовності до виконання розрахунку, відповівши на контрольні запитання. Можливе також колективне обговорення під керівництвом викладача;
- в) ознайомитися з методикою розрахунку;
- г) виконати розрахунок, у тому числі привести необхідні схеми, таблиці і рисунки до розрахунку для вашого варіанта, здійснити вибір необхідного устаткування, указати його тип і характеристики;
- д) проаналізувати результати розрахунку і зробити висновок.

### **Практичне заняття № 1 РОЗРАХУНОК І ПРОЕКТУВАННЯ МІСЦЕВОЇ ВИТЯЖНОЇ ВЕНТИЛЯЦІЇ**

**Мета** – набуття навичок у виборі та проектуванні місцевого витяжного пристрою.

#### **1.1 Загальні відомості**

Місцева витяжна вентиляція передбачається для усунування шкідливих речовин і надлишкових тепловиділень у місці їх утворення. Вона попереджає їх поширення по приміщенню при найменшій витраті вентиляційного повітря, що підвищує ефективність вентиляції в цілому.

Установка місцевої витяжної вентиляції (рис. 1.1) складається з приймачів забрудненого повітря – місцевих відсмоктувачів 1, повітроводів 2, фільтра для очищення повітря 3 (передбачається при значних масових викидах, у всіх випадках при усуванні пилю) і вентилятора 4.

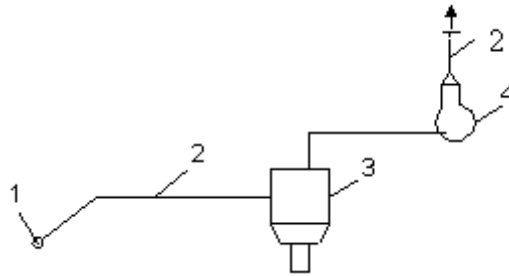


Рисунок 1.1 – Установка місцевої витяжної вентиляції

Місцеві відсмоктувачі повинні бути максимально наближені до джерела шкідливих виділень і розташовані в напрямку їх природного руху.

Конструктивно місцеві відсмоктувачі можуть бути виконані у вигляді витяжних парасолів, панелей, шаф, бортових відсмоктувачів та ін. (рис. 1.2).

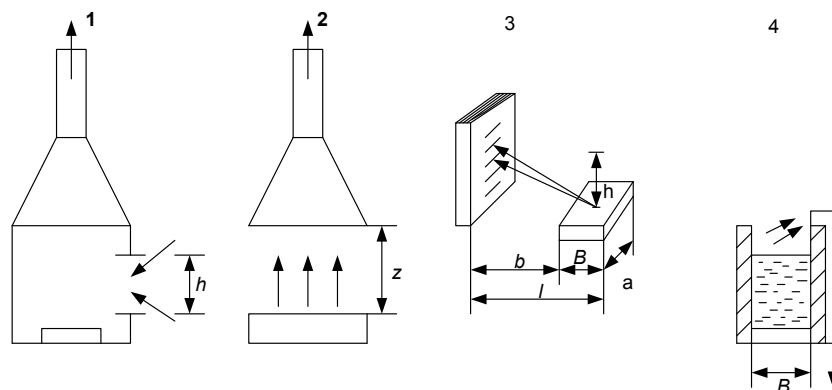


Рисунок 1.2 – Конструкції місцевих відсмоктувачів:

1 – витяжна панель; 2 – витяжний парасоль; 3 – витяжна шафа;  
4 – бортовий відсмоктувач від ванни

## 1.2 Зміст роботи

Розрахунок місцевої вентиляції включає:

- вибір конструкції місцевого відсмоктувача;
- визначення продуктивності місцевого відсмоктувача  $L_{м.в.}$ , м<sup>3</sup>/год;
- розрахунок опору вентиляційної мережі  $P_m$ , Па;
- вибір вентилятора.

### 1.3 Порядок виконання роботи

#### 1.3.1 Вибір конструкції місцевого відсмоктувача

Конструкцію місцевого відсмоктувача вибирають виходячи з особливостей технологічного процесу, устаткування тощо.

**ВИТЯЖНІ ПАРАСОЛИ** застосовують у випадках, коли щільність шкідливих речовин, що утворюються, менше щільності навколишнього повітря, тобто для уловлювання потоків, спрямованих нагору.

**Парасолі** – недосконалі місцеві відсмоктувачі, тому що шкідливі речовини проходять через зону дихання працівника (при нормальній роботі парасолі) чи відхиляються убік від парасоля при наявності у виробничому приміщенні значної рухливості повітря (наприклад, протяги).

Тому парасолі можна рекомендувати при наявності стійких конвективних потоків для процесів, що не потребують постійного спостереження. Наприклад, парасолі встановлюють над печами, сушарками, термопластавтоматами, автоклавами й ін.

**ВИТЯЖНІ ПАНЕЛІ** застосовують, як правило, для усування тепло- і газовиділень. Їх розміщують збоку від джерела таким чином, щоб шкідливі речовини відхилялися від нього убік витяжної панелі.

Санітарно-гігієнічний ефект у випадку застосування панелей вище порівняно з парасолями, тому що усуваються недоліки, властиві парасолям.

Недоліки панелей:

- можуть заважати при обслуговуванні устаткування;
- для усування шкідливих речовин потрібна більша витрата повітря (продуктивність панелі  $L_{\text{п}}$ , м<sup>3</sup>/г) порівняно з парасолями, що збільшує експлуатаційні витрати. Витяжні панелі встановлюють при проведенні процесів пайки, зварювальних робіт, відбиванні лиття з піщаних форм та ін.

**ВИТЯЖНІ ШАФИ** слугують для усування шкідливих речовин як при відсутності тепловиділень, так і при їх наявності. Витяжні шафи є найбільш досконалим типом місцевого відсмоктувача, тому що забезпечують більш повне укриття джерела. У них є тільки невеликі прорізи, що відкриваються. Їх слід рекомендувати у всіх випадках, якщо вони не заважають умовам виробництва. Наприклад, шафи застосовуються для виконання лабораторних робіт, зварювання дрібних виробів, при термічній і гальванічній обробці металів тощо.

**БОРТОВІ ВІДСМОКТУВАЧІ** застосовують при електрохімічній (хромування, оксидування й ін.), хімічній (травлення, просвітлення, знежирення й ін.) обробці металів. Їх розміщують уздовж бортів ванн у вигляді щілиноподібних одноборткових, двоборткових місцевих відсмоктувачів, відсмоктувачів, активованих приливними струменями та ін. Борткові відсмоктувачі рекомендується застосовувати, якщо за умовами

технологічного процесу неможливо забезпечити повне укриття джерел шкідливих виділень.

### 1.3.2 Визначення продуктивності місцевого відсмоктувача

#### 1.3.2.1 Витяжний парасоль

Початковими даними для розрахунку такі:

$F_d$ , м<sup>2</sup> – площа джерела;

$t_d$ , °С – температура нагрітої поверхні джерела.

Продуктивність витяжного парасоля  $L_p$ , м<sup>3</sup>/г, визначається за такою формулою [1]:

$$L_p = F_p / F_d \cdot L_k, \quad (1.1)$$

де  $F_p / F_d$  – відношення площі парасоля  $F_p$  до площі джерела  $F_d$  (приймається рівним 1,25...1...1,5);

$L_k$  – кількість повітря, що надходить під парасоль з конвективним струменем, м<sup>3</sup>/г;

$$L_k = 125 \sqrt[3]{z \cdot Q_k \cdot F_d}, \quad (1.2)$$

де  $z$  – відстань (рис. 1.2) від поверхні джерела до повітроприймального перетину парасоля, м ( $z < 2,8 \sqrt{F_d}$ );

$Q_k$  – кількість конвективного тепла, яке виділяється джерелом, Вт;

$$Q_k = \alpha_k \cdot F_d (t_i - t_{p.3}), \quad (1.3)$$

де  $\alpha_k$  – коефіцієнт конвективної тепловіддачі, Вт (м<sup>2</sup> °С),

$$\alpha_k = 1,3 \cdot \sqrt[3]{t_d - t_{p.3}}, \quad (1.4)$$

де  $t_{p.3}$  – температура повітря в робочій зоні приміщення, °С (приймається відповідно до ГОСТ 12.1. 005 – 88\* [2] для холодного періоду року).

#### 1.3.2.2 Витяжна панель

Початковими даними для розрахунку такі:

- довжина  $A$  і ширина  $B$  джерела, м (рис. 1.2);
- температура нагрітої поверхні джерела  $t_d$ , °С.

Панелі розміщують збоку від джерела шкідливих виділень на відстані



від  $b = 0$  до  $b = B$  (рис. 1.2). Довжина панелі  $A$  повинна становити  $1,2a$ .

Продуктивність витяжної панелі  $L_{\text{п}}$ , м<sup>3</sup>/год, визначається за формулою [1]:

$$L_{\text{п}} = c \cdot Q_{\text{к}}^{1/3} (h + B)^{5/3}, \quad (1.5)$$

де  $Q_{\text{к}}$  – кількість конвективного тепла, яке виділяється джерелом, Вт (формула 1.3);

$h$  – відстань від поверхні джерела (рис. 1.2) до центра усмоктувальних отворів панелі, м (приймається  $h = 0,4 \dots 0,8$ );

$c$  – коефіцієнт, що залежить від конструкції панелі і її розташування щодо джерела  $c = 228 [l / (h + B)]^{2/3}$ ; формулу надано для одnobічної панелі;

$l$  (рис. 1.2) – сума  $(b + B)$ , м (відстань  $l$  приймається від  $B$  до  $2B$ ).

### 1.3.2.3 Витяжна шафа

Початковими даними для розрахунку є такі:

- довжина  $l$  і висота  $h$  (рис. 1.2) робочого прорізу шафи, м;
- температура  $t_{\text{д}}$ , °С і площа нагрітої поверхні джерела  $F_{\text{д}}$ , м<sup>2</sup>.

Продуктивність витяжної шафи  $L_{\text{ш}}$ , м<sup>3</sup>/год, визначається за такою формулою [1]:

- за відсутності в ньому джерел тепловиділень

$$L_{\text{ш.х}} = v_0 \cdot F_{\text{р.п}} \cdot 3600, \quad (1.6)$$

- при наявності в шафі джерел тепловиділень

$$L_{\text{ш.т}} = 120 \sqrt[3]{HQ_{\text{к}} F_{\text{р.п}}^2}, \quad (1.7)$$

де  $v_0$  – швидкість усмоктування в перетині відкритого прорізу шафи, м/с, визначається за табл. Д6.2;

$F_{\text{р.п}}$  – площа робочого прорізу шафи, м<sup>2</sup>;

$Q_{\text{к}}$  – кількість конвективного тепла, яке виділяється джерелом, Вт; приймається рівним 50 – 70 %  $Q_{\text{к}}$ , обчисленого за формулою (1.3).

### 1.3.2.4 Бортовий відсмоктувач

Початковими даними для розрахунку є такі:

- вибір конструкції бортового відсмоктувача (однобортний, двобортний);
- спосіб установки (рис. 1.3);

– довжина  $l$ , м, ширина ванни,  $B$ , м. Ширину ванни рекомендується приймати для однобортного відсмоктувача 0,5; 0,6; 0,7 м; для двобортного – 0,8; 0,9; 1,0 м;

– температура рідини у ванні  $t_p$ , °C.

Продуктивність бортового відсмоктувача  $L_{б.в}$ , м<sup>3</sup>/г, визначається за формулою [1]

$$L_{б.в} = K_z K_m B (\psi \Delta t g B^{3/3} t_{p.з})^{0,5} l \cdot 3600, \quad (1.8)$$

де  $K_z$  – коефіцієнт запасу, прийнятий залежно від токсичності парів [табл. А.1];

$K_m$  – коефіцієнт, що враховує підсмоктування повітря з торців ванни; залежить від ширини ванни  $B$  і її довжини  $l$ :

для однобортного відсмоктувача

$$K_m = (1 + B / 4l)^2, \quad (1.9)$$

для двобортного

$$K_m = (1 + B / 8l)^2; \quad (1.10)$$

де  $B$  – коефіцієнт пропорційності: для однобортного відсмоктувача

$B = 0,35$ , для двобортного  $B = 0,5$ ;

$\psi$  – вільний кут підсмоктування, рад, що залежить від конструкції місцевого відсмоктувача і способу установки ванни (рис. 1.3);

$\Delta t = t_p - t_{p.з}$  – різниця температур рідини  $t_p$  і повітря робочої зони  $t_{p.з}$ , °C, ( $t_{p.з}$  приймається відповідно до ГОСТ 12.1.005-88 [2]);

$g$  – прискорення сили ваги, м/с<sup>2</sup>.

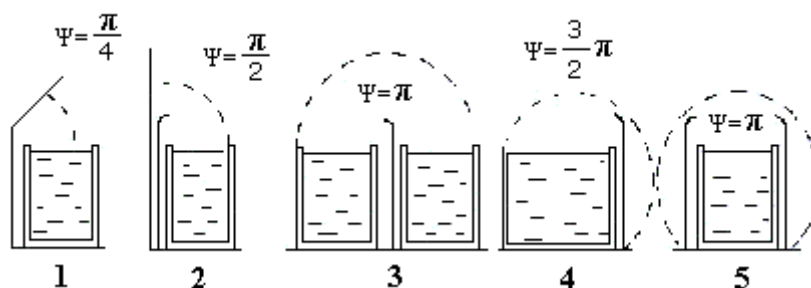


Рисунок 1.3 – Кут між границями усмоктувального факела:

1 – при похилому щитку; 2 – при установці ванни біля стіни; 3 – ванна з відсмоктувачем, розташована поруч з ванною, що не має відсмоктувача;

4 – ванна стоїть окремо; 5 – ванна з двобортним відсмоктувачем

## 1.4 Розрахунок опору вентиляційної мережі

Початковими даними для розрахунку є такі:

- конфігурація мережі;
- довжина повітроводів до і після вентилятора  $l$ , м (не більше 35 м);
- висота будинку  $H_{\text{буд}}$ , м (приймається 7,2; 8,4; 9,6; 10,8; 12);
- продуктивність вентиляційної мережі  $L_m$ , м<sup>3</sup>/г.

Тиск, що розвивається вентилятором у вентиляційній мережі, витрачається на подолання опору мережі проходження повітря.

Розглянемо просту нерозгалужену вентиляційну мережу, що складається з місцевого відсмоктувача 1, повітроводів 2 і вентилятора 3 (рис. 1.4).

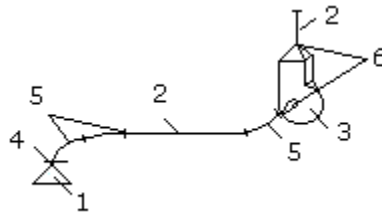


Рисунок 1.4 – Схема нескладної вентиляційної системи

Опір вентиляційної мережі  $P_m$ , Па, при русі стандартного повітря ( $t=20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $\rho=1,2\text{ кг/м}^3$ ) визначається так:

$$P_m = P_{m.b} + P_n, \quad (1.11)$$

де  $P_{m.b}$  – втрати тиску в місцевому відсмоктувачі, Па, можуть бути прийняті: витяжний парасоль – 350–400 Па, витяжна панель – 400–450 Па, витяжна шафа – 300–350 Па, бортовий відсмоктувач – 320–420 Па;

$P_n = Rl + Z$  – втрати тиску у повітроводах, Па;

$R$  – втрати тиску на тертя на 1 м довжини повітроводу, Па, і його діаметр, м, визначається з табл. А.8 за відомим значенням швидкості руху повітря у повітроводі  $v$ , м/с (приймається  $3 \div 10$  м/с);

$l$  – загальна довжина повітроводів, м (до і після вентилятора). Гирло повітроводу після вентилятора повинне розміщатися на висоті  $(H_{\text{буд}} + 1)$ , м;

$Z$  – втрати тиску в місцевих опорах, Па;

$$Z = \sum \xi \left( \frac{v^2 \rho}{2} \right), \quad (1.12)$$

де  $\sum \xi$  – сума значень коефіцієнтів місцевих опорів: шибер 4, відводи 5, дифузори 6 (рис. 1.4) приймаються за таблицями А.3, А.4;

$\left(\frac{v^2 \rho}{2}\right)$  – динамічний тиск, Па, визначається за таблицею А.8.

При температурі повітря, що транспортується, більше 20 °С слід вводити поправкові коефіцієнти  $K_1$  і  $K_2$  відповідно на тертя і місцеві опори (табл. А.5).

### 1.5 Вибір вентилятора

Вентилятори виготовляють різних типів і розмірів (номер вентилятора).

При виборі типу вентилятора керуються характером домішок, що переміщуються з повітрям. Залежно від складу переміщуваного повітря вентилятори виготовляють з різних матеріалів і різної конструкції:

- для переміщення газів, малозапиленого повітря рекомендуються вентилятори звичайного виконання (сталеві) типу Ц4 –70, Ц4 – 76 та ін.;
- для переміщення агресивних середовищ (парів кислот, лугів) застосовують вентилятори Ц4 –76 антикорозійного виконання та ін.;
- для переміщення пилу вибирають вентилятори підвищеної міцності ЦП7 – 40.

При виборі номера вентилятора використовують номограми – індивідуальні характеристики вентилятора, що являють собою залежність між тиском, що розвивається вентилятором, і його продуктивністю для різної кількості обертів. На ці характеристики нанесені також лінії КПД вентилятора –  $\eta$ , виділені жирною лінією робочі області (енергетично вигідні) вентилятора.

При виборі необхідного номера вентилятора на його характеристику накладають характеристику мережі – точку з координатами  $L_m$ , м<sup>3</sup>/год, і  $P_m$ , Па (див. п. 1.3.2). Ця точка повинна знаходитися на робочій характеристиці вентилятора (жирна лінія) в області максимальних значень КПД вентилятора  $\eta$  (точка *a* рис. 1.5). Допускаються відхилення цієї точки від робочої характеристики вентилятора (вниз – вгору, вліво – вправо), а також від  $\eta_{\max}$  у межах  $\pm 10 \%$ .

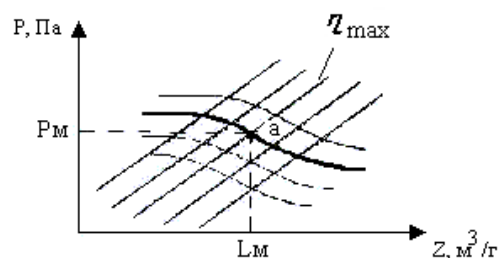


Рисунок 1.5 – Вибір вентилятора з використанням його характеристик

## Контрольні питання

1. Рекомендації з використання витяжних парасолів.
2. Переваги витяжних панелей у порівнянні з парасолями.
3. Переваги витяжних шафів у порівнянні з іншими видами місцевих відсмоктувачів.
4. Умови застосування бортових відсмоктувачів.
5. Указати види втрат тиску у вентиляційній мережі.

## Список джерел

1. Курсовое и дипломное проектирование по вентиляции гражданских и промышленных зданий : учеб. пособ. для вузов / В. П. Титов, Э. В. Сазонов и др. – М. : Стройиздат, 1985. – 208 с.
2. ГОСТ 12.1.005-88.ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования воздуха рабочей зоны. – Введ. 01.01.89.
3. Внутренние санитарно-технические устройства / Под ред. И. Г. Старовойта. Вентиляция и кондиционирование воздуха. (Справочник проектировщика). М. : Стройиздат, 1978. – 509 с.

## Практичне заняття № 2 ЗАХИСТ ВІД ШУМУ

*Мета роботи* – ознайомитися з основними методами рахунку засобів захисту від шуму.

### 2.1 Загальні питання

**Шум** – безладне сполучення різних за частотою та інтенсивністю звуків (хвиль "розрядження – стиск" у повітрі), широко розповсюджений шкідливий виробничий фактор.

Частотний діапазон звукових хвиль, які сприймає людина за допомогою органу слуху, дуже широкий (у більшості людей від 20 до 12 000 Гц). Для того щоб мати можливість реально оцінити чутливість людини до впливу акустичної енергії на різних частотах, весь діапазон частот чутних звуків розбивають на дев'ять октавних смуг. У кожній з них відбувається подвоєння частоти  $f_2=2f_1$ , де  $f_2$  і  $f_1$  – крайні в октаві частоти. Октави позначаються середньгеометричними значеннями частот:

$$f_{с.г.} = \sqrt{f_1 \cdot f_2} \quad (2.1)$$

Гігієнічна оцінка і нормування постійного шуму здійснюється за рівнем середньоквадратичного звукового тиску ( $L_p$ ) у децибелах (дБ) по

октавних смугах частот зі середньгеометричними частотами ( $f$ ) 31,5; 63; 125; 250; 500; 2000; 4000; 8000 Гц (табл. 4.1) [1].

Вимірювання рівнів звукового тиску проводять шумоміром з набором октавних фільтрів, кожен із яких пропускає енергію коливань тільки у визначеній смузі частот. Можливе проведення вимірювань шуму без урахування частотної структури, без поділу енергії по смугах частот за рівнем звуку (дБ) (остання графа табл. 4.1) [2].

Захист від шуму може здійснюватися:

а) у джерелі виникнення, що можливо при проектуванні або налагодженні та ремонті;

б) архітектурно-планувальними чи будівельно-акустичними методами (це можливо при проектуванні промислових будівель і споруд або при будівництві та реконструкції виробничих приміщень);

в) використанням індивідуальних засобів захисту органів слуху (коли здійснити попередні заходи захисту неможливо з об'єктивних причин).

Захист від шуму будівельно-акустичними методами проектують на основі акустичного розрахунку і для зниження рівня шуму передбачають:

а) застосування звукоізолюючих перегородок, що обгороджують пристрій звукоізолюваних кабін, укриттів, кожухів і т.п.;

б) застосування звукобирних конструкцій і екранів.

## 2.2 Розрахунок звукоізоляції огорожувальних конструкцій

Розрахунок звукоізоляції здійснюється при проектуванні нових огорожувальних конструкцій.

Частотну характеристику ізоляції від повітряного шуму одношаровою плоскою огорожувальною конструкцією з бетону, залізобетону, цегли, керамічних блоків і т.п. визначають графічним способом, зображуючи її у вигляді ламаної лінії, аналогічної ламаній лінії  $ABCD$  на рис. 2.1. Координати точки  $B$  ( $f$  і  $R_B$ ) частотної характеристики визначають за графіками на рис. 2.2,  $f$  – у залежності від товщини огорожувальної конструкції  $h$ , м (рис. 4.2) і  $R_B$  – у залежності від поверхневої щільності огорожувальної конструкції  $m$ , кг/м<sup>2</sup> (рис. 2.2).

Побудова частотної характеристики здійснюється в такій послідовності: із точки  $B$  вліво проводиться горизонтальний відрізок  $AB$ , а вправо проводиться відрізок  $BC$  із нахилом 7,5 дБ на октаву до точки  $C$  з ординатою  $R_C=60$  дБ, із крапки  $C$  вправо проводять горизонтальний відрізок  $CD$ .

Отримані графічним методом значення звукоізоляції віднімають від діючої величини октавних рівнів звукового тиску на робочих місцях, а потім порівнюють із допустимими за ГОСТ 12.1.003-83 [2] або ДСанПіН 3.3.2-007-98 [3].

Таблиця 2.1 – Допустимі рівні звукового тиску і звуку за ГОСТ 12.1.003-83\* і ДСанПіН 3.3.2-007-98

Види трудової діяльності, приміщення, робочі місця	Рівні звукового тиску в дБ в октавних смугах зі середньгеометричними частотами, Гц									Рівні звуку і еквівалентні рівні звуку
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Крайні частоти в октавних смугах, Гц	22 45	45 90	90 180	180 360	360 720	720 1440	1440 2880	2880 5760	5760 11520	22 – 11520
Види трудової діяльності										
1.Творча діяльність, конструювання, програмування, викладання і навчання, лікарська діяльність і т.п.	80	71	61	54	49	45	42	40	38	50
2.Адміністративно-управлінська діяльність, вимірювальні й аналітичні роботи в лабораторіях, конструкторських приміщеннях	93	79	70	63	58	55	52	50	49	60
3.Робота, що вимагає постійного слухового контролю, робота оператора, диспетчера	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65
4. Робота, що вимагає зосередження, у кабінах спостереження і дистанційного керування, лабораторіях з гучним устаткуванням	103	91	83	77	73	70	68	66	64	75
5. Виконання усіх видів робіт (за винятком п.п. 1 – 4) у виробничих приміщеннях і на території підприємства	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

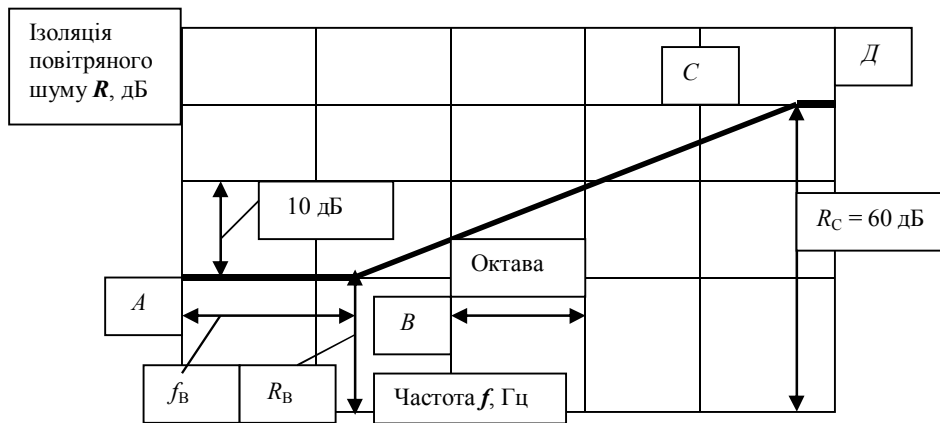


Рисунок 2.1 – Частотна характеристика ізоляції повітряного шуму одношаровою плоскою огородою

### 2.2.1 Розрахунок звукоізоляції кожуха

Необхідну частотну характеристику ізоляції повітряного шуму  $R_{К.Тр}$ , дБ, стінками кожуха визначають за формулою [1]

$$R_{К.Тр} = L - L_{доп} - 10 \lg \alpha_{обл} + 5, \quad (2.2)$$

де  $L$  – октавний рівень звукового тиску на робочому місці, дБ;

$L_{доп}$  – допустимий октавний рівень звукового тиску на робочому місці за ГОСТ 12.1.003-83 [2] або ДСанПіН 3.3.2-007-98 (табл. 2.1) [3];

$\alpha_{обл}$  – ревербераційний коефіцієнт звукопоглинання облицювання внутрішньої поверхні кожуха (табл. 2.2).

Частотну характеристику ізоляції повітряного шуму (в дБ) стінками сталевих кожухів, що має форму напівциліндру, визначають графічним способом, зображуючи її у вигляді ламаної лінії, аналогічної ламаній лінії  $ABCD$  на рис. 4.3. Координати точки  $B$  ( $f$  і  $R_B$ ) частотної характеристики визначають за формулами:

$$f = (1,6 \cdot 10^6) / 1,5 D, \quad (2.3)$$

$$R_B = 74 - 20 \lg (1,5 D / h), \quad (2.4)$$

де  $D$  – діаметр кожуха, мм;  
 $h$  – товщина стінки, мм.



Таблиця 2.2 – Ревербераційний коефіцієнт звукопоглинання  $\alpha_{\text{обл}}$ 

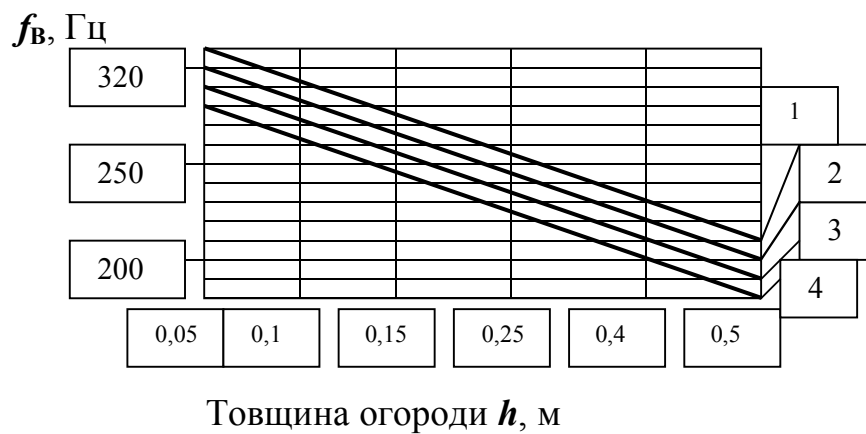
Вироби	Середньгеометричні частоти ,Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Плити мінераловатні акустичні марки ПА/О	0,02	0,03	0,17	0,68	0,98	0,86	0,45	0,2
Плити мінераловатні акустичні марки ПА/З	0,02	0,05	0,21	0,66	0,91	0,95	0,89	0,7
Плити мінераловатні типу "Акмигран", "Акминит"	0,02	0,11	0,30	0,85	0,9	0,78	0,72	0,59
Плити АГП, гіпсові з заповненням мінеральної вати	0,03	0,09	0,26	0,54	0,94	0,67	0,4	0,3
Плити "Силакпор"	0,25	0,45	0,72	0,6	0,8	1,0	1,0	0,95
Повість (товщини h=30 мм)	0,05	0,1	0,25	0,5	0,5	0,60	0,65	0,7
Мати із супертонкого базальтового волокна, оболонки зі стеклотканини	0,02	0,26	1,0	1,0	1,0	0,94	0,77	0,82

Координати точки  $C$  ( $f_C$  і  $R_C$ ) частотної характеристики визначають за формулою:

$$f_C = (1,2 \cdot 10^4) / h \quad (2.5)$$

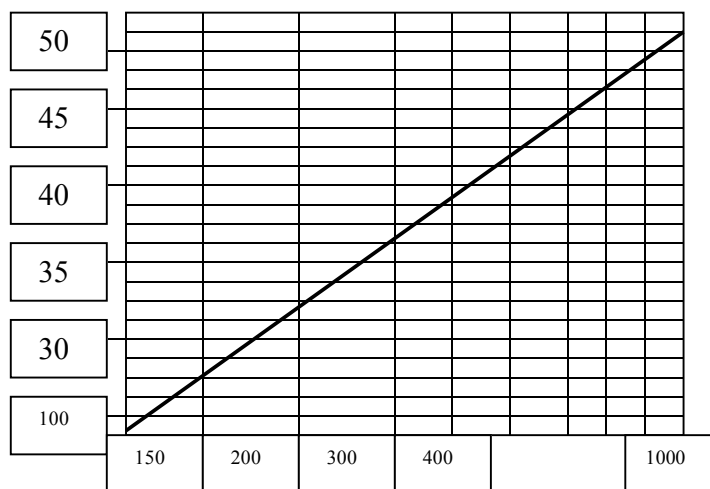
Побудова частотної характеристики здійснюється в такому порядку: із точки  $B$  вліво проводять відрізок  $AB$  з нахилом 6 дБ на октаву, із точки  $C$  вправо проводять відрізок  $CD$  із нахилом 8 дБ на октаву. Отримані графічним методом значення порівнюють зі значеннями  $R_{\text{К.Тр.}}$ .

*a* при  $R_C = 31$



лінія 1 –  $\frac{m}{h} \geq 1800 \text{ кг/м}^3$     лінія 2 –  $\frac{m}{h} = 1600 \text{ кг/м}^3$   
 лінія 3 –  $\frac{m}{h} = 1400 \text{ кг/м}^3$     лінія 4 –  $\frac{m}{h} \leq 1200 \text{ кг/м}^3$

*б*  
 $R_B$ , дБ



Поверхнева щільність  $m$ , кг/м<sup>2</sup>

Рисунок 2.2 – Графік для визначення координат точки *B*

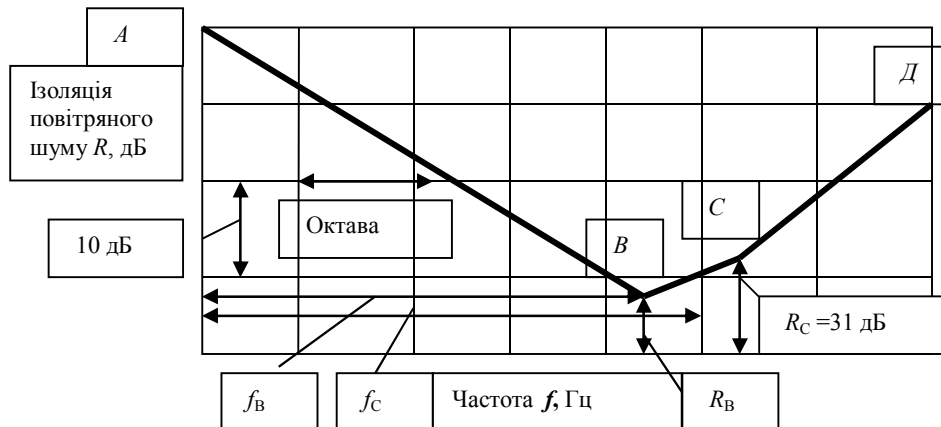


Рисунок 2.3 – Частотна характеристика ізоляції повітряного шуму сталевую циліндричною оболонкою

### 2.2.2 Розрахунок звукопоглинаючого облицювання поверхонь огорожувальних конструкцій

Величину максимального зниження рівня звукового тиску  $\Delta L$ , дБ, у кожній октавній смузі при застосуванні звукопоглинаючих конструкцій визначають за формулою

$$\Delta L = 10 \lg \frac{B_1}{B}, \quad (2.6)$$

де  $B$  – постійна приміщення,  $\text{м}^2$  до установки звукопоглинаючих конструкцій;

$B_1$  – постійна приміщення,  $\text{м}^2$ , після установки звукопоглинаючих конструкцій.

Постійну приміщення  $B$ ,  $\text{м}^2$ , до установки звукопоглинаючих конструкцій визначають за формулою

$$B = B_{1000} \cdot \mu, \quad (2.7)$$

де  $B_{1000}$  – постійна приміщення,  $\text{м}^2$ , на середньгеометричній частоті 1000 Гц, обумовлена об'ємом приміщення,  $\text{м}^3$ , за формулою

$$B_{1000} = \frac{V}{20} \text{м}^2, \quad (2.8)$$

$\mu$  – частотний множник (за табл. 2.3).

Таблиця 2.3 – Значення частотного множника  $\mu$ 

Об'єм приміщення $V, \text{м}^3$	Частотний множник $\mu$ на середньгеометричних частотах октавних смуг, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$V < 200$	0,8	0,75	0,7	0,8	1	1,4	1,8	2,5
$V = 200 \dots 1000$	0,65	0,62	0,64	0,75	1	1,5	2,4	4,2
$V > 1000$	0,5	0,5	0,55	0,7	1	1,6	3	6

*Примітка.* При наявності даних вимірювань шуму без обліку частотної структури за "рівнем звуку" (у дБА) ревербераційний коефіцієнт  $\alpha_{\text{обл}}$  приймають для частоти 500 Гц із табл. 2.2 [3].

Постійну приміщення  $U_1, \text{м}^2$ , після установки звукопоглинаючих конструкцій визначають за формулою

$$U_1 = \frac{A_1 + \Delta A}{1 - \alpha_1}, \quad (2.9)$$

де  $A_1$  – величина еквівалентної площі звукопоглинання,  $\text{м}^2$ , на якій немає звукопоглинаючого личкування. Визначається за формулою

$$A_1 = \alpha (S_{\text{огр}} - S_{\text{обл}}), \quad (2.10)$$

де  $\Delta A$  – величина еквівалентної площі звукопоглинання,  $\text{м}^2$ , із звукопоглинаючим личкуванням, визначається за формулою

$$\Delta A = \alpha_{\text{обл}} S_{\text{обл}}, \quad (2.11)$$

де  $\alpha_1$  – середній коефіцієнт звукопоглинання приміщення із звукопоглинаючими конструкціями, обумовлений за формулою

$$\alpha_1 = \frac{A_1 + \Delta A}{S_{\text{огр}}}, \quad (2.12)$$

де  $\alpha$  – середній коефіцієнт звукопоглинання приміщення до встановлення звукопоглинаючого личкування, визначається за формулою

$$\alpha = \frac{B}{B + S_{\text{огр}}}, \quad (2.13)$$

де  $\alpha_{\text{обл}}$  – ревербераційний коефіцієнт звукопоглинання личкування (з табл. 2.2);

$S_{\text{огр}}$  – загальна площа поверхні приміщення, що ликується,  $\text{м}^2$ ;

$S_{\text{обл}}$  – площа звукопоглинаючого личкування,  $\text{м}^2$ .

## 2.3 Визначення рівня шуму на території житлової забудови

Джерелами найбільш інтенсивних шумів є теплові станції, в яких шум у момент скидання в атмосферу пари досягає 132 дБ. Через велику інтенсивність цей шум поширюється на багато кілометрів і різко погіршує шумовий клімат у житлових районах. Значним джерелом шуму є також компресорні станції. Для зниження цих шумів на вихлопних патрубках встановлюються глушники.

Основним джерелом зовнішнього шуму в містах та інших населених пунктах є транспортні потоки на вулицях і дорогах, залізничні потяги, повітряний транспорт, тому звукоізоляція огорожувальних конструкцій, має особливе значення. Заходами, що дозволяють знизити проникнення шуму в будинки, є зменшення поверхні застосування будинків, герметизація вікон, надійне закріплення скла у рамах, застосування потрійного застосування, пристрій остеклення в роздільних плетіннях замість спарених, збільшення товщини листів скла і відстані між ними, а також застосування в першому і другому застосування рам скла різної товщини. На входах у будинки влаштовують подвійні двері з тамбуром, стіни якого личкують звукопоглинаючими матеріалами.

Планування будинків і їх розміщення здійснюють з таким розрахунком, щоб на гучні вулиці виходили вікна кухонь і сходових клітин, а житлових кімнат – у двори. Через зовнішні та внутрішні стіни, перегородки й перекриття проникає шум не тільки з вулиці, але і з одного приміщення в інше. Зменшення маси цих конструкцій знижує їх звукоізолюючі властивості, тому полегшені конструкції варто вкривати шарами звукопоглинаючих матеріалів. При цьому необхідно герметизувати зовнішні і внутрішні стики між панелями.

Велике значення для зменшення шуму від транспортних потоків у містах має ширина вулиці. Так, при її збільшенні з 20 до 40 м загальний рівень вуличного шуму за інших рівних умов знижується на 4–6 Дб. При суцільній забудові вулиці шум збільшується в результаті відбиття звуку від будинків, при вільному плануванні, при якому будинки розташовуються на великій відстані один від одного і торцевими сторонам до вулиці, шум зменшується.

Зелені насадження знижують рівень вуличного шуму влітку на 8–10 Дб завдяки поглинанню звукової енергії листям, тому будинки слід розташовувати з відступом від тротуарів на 15–20 м і озеленювати цю частину території чагарником і деревами. Ці заходи особливо важливі на магістралях з інтенсивним рухом транспорту.

Шум, створюваний транспортом, залежить від якості дорожнього покриття. Різні транспортні розв'язки, перетинання вулиць у двох рівнях, підземні і надземні пішохідні переходи, що дозволяють транспорту їхати без зупинки, сприяють зниженню шуму.

Часто в межах міста проходять залізничні колії. У цьому випадку ширина санітарно-захисних зон від житлових будинків до подовжньої осі найближчої колії залізниці повинна бути не менше 200 м, а в районі мостів – 300 м. У боротьбі з транспортним шумом використовують не тільки інженерно-технічні рішення, але й організаційні заходи: заборону звукових сигналів, польотів повітряних транспортних засобів над містом, обмеження руху, злетів і посадок літаків на аеродромах, розташованих поблизу населених пунктів, у нічний час та ін.

Шум за характером спектра поділяється на широкосмуговий і тональний. Широкосмуговий шум має безупинний спектр ширше за октаву. Тональним вважають шум, у якому прослуховується шум визначеної частоти. За тривалістю впливу шум поділяється на змінний у часі, переривчастий і імпульсний. Переривчастий шум – це такий шум, рівень звуку якого різко падає до рівня фонового шуму. Причому тривалість інтервалів, протягом яких рівень залишається постійним і перевищує рівень фонового шуму, складає 1 с і більше. Імпульсний шум сприймається як окремі удари і складається з одного чи декількох імпульсів звукової енергії тривалістю 1с.

Рівні звукового тиску в октавних смугах частот і рівні звуку на території житлової забудови допускаються санітарними нормами в межах і з виправленнями, зазначеними в табл. 2.4

Рівні звукового тиску, що створюються на території житлової забудови джерелами шуму (машинами, устаткуванням, обладнанням), визначають за формулою [5]

$$L = L_p' - 20 \lg r - \beta_a r / 1000 - 8, \quad (2.14)$$

де  $L$  – рівень звукового тиску, що створюється джерелами шуму, дБ;

$L_p'$  – рівень звукової потужності, що випромінюється джерелами шуму, відносно  $10^{-12}$  Вт;

$r$  – відстань від джерела шуму до території житлової забудови, м;

$\beta_a$  – загасання шуму в атмосфері, дБ / км, за даними, наведеним у таблиці 2.5.

Слід мати на увазі, що крім чутного звуку існують інфразвук, ультразвук і гіперзвук з частотами коливань відповідно: до 16 Гц, від 20 кгц до 1 ГГц і більш 1ГГц. Ці різновиди шуму також можуть мати шкідливий вплив.

Таблиця 2.4.а – Санітарні норми рівня звуку (звукового тиску) на території житлової забудови

Середньгеометричні частоти октавних смуг, Гц	Рівні звукового тиску, Дб
63	67
125	57
250	49
500	44
1000	40
2000	37
4000	35
8000	33

Таблиця 2.4.б – Санітарні норми рівня звуку (звукового тиску) на території житлової забудови

Фактор	Назва	Виправлення, що впливає, дб чи дба
Характер шуму:	<i>широкопasmовий</i>	0
	<i>тональний</i>	-5
Місце розташування об'єкта:	<i>курортний район</i>	-5
	<i>новий житловий район</i>	0
	<i>житлова забудова в існуючому населеному пункті</i>	+5
Час доби:	<i>денний (з 7 до 23 г)</i>	+10
	<i>нічний (з 23 до 7 г)</i>	0
Сумарна тривалість впливу шуму в денний час, (%) за найбільш гучні 0,5 г:	<i>56 – 100</i>	0
	<i>18 – 56</i>	+5
	<i>6 – 18</i>	+10
	<i>менше 6</i>	+ 15

Таблиця 2.5 – Загасання шуму в атмосфері залежно від частоти

Загасання шуму в атмосфері, Дб/км	Середньгеометричні частоти октавних смуг, Гц
0	63
0,7	125
1,5	250
3,0	500
6,0	1000
12,0	2000
24,0	4000
48,0	8000

Таблиця 2.6 – Рівні звукового тиску в октавних смугах на робочих місцях

Місце виміру	Рівні звукового тиску в Дб в октавних смугах із середньгеометричними частотами, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Робоче місце оператора ПЕОМ	65	70	75	80	85	81	78	67
Робоче місце диспетчера ПЕОМ	72	78	85	90	83	80	77	70
Робоче місце оператора на конвеєрі вузлової зборки	75	80	88	92	90	85	80	74

### Контрольні запитання

1. Шум. Оцінка чутливості людини до впливу шуму.
2. Гігієнічна оцінка і нормування шуму.
3. Методи захисту від шуму.
4. Методи розрахунку звукоізоляції і звукопоглинання.
5. Параметри, від яких залежить ізолююча здатність стінок і оболонок.
6. Параметри, що впливають на звукопоглинаючу здатність облицювання.



7. Визначення рівнів звукового тиску, що створюється на території житлової забудови джерелами шуму.
8. Нормування допустимих рівнів шуму на території житлової забудови.
9. Коефіцієнт загасання шуму в атмосфері.

### **Список джерел**

1. СНиП II – 12 – 77. Строительные нормы и правила. Нормы проектирования. Защита от шума. – М. : Стройиздат, 1978.- 49 с.
2. ГОСТ 2.1.003 – 83\* ССБТ. Шум. Загальні вимоги безпеки.- Введ. 01.07.89.
3. ДСанПін 3.3.2-007 1998 Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин.–Київ, 1998.
4. Средства защиты в машиностроении: Расчет и проектирование: Справочник / С. В. Белов, А. Ф. Козьяков и др.; Под ред. С. В. Белова. – М : Машиностроение. 1989.–368 с.
5. Ливчак И. Ф., Воронов Ю. В. Охрана окружающей среды. Учебное пособие. – М. : Стройиздат. – 1988. – 191 с.

### **Практичне заняття № 3 РОЗРАХУНОК ЗАНУЛЕННЯ ОДНОФАЗОВИХ СПОЖИВАЧІВ**

*Мета роботи* – оволодіти методикою вибору захисних апаратів та перерізів фазового і нульового захисного провідників, що забезпечать надійний захист людини від уражень електричним струмом у разі замикання фази на корпус приладу.

#### **3.1 Загальні положення**

*Занулення* – це навмисне електричне з'єднання з нульовим захисним провідником металевих неструмоведучих частин електроустановки, які можуть опинитися під напругою.

Занулення використовується в чотирипровідних трифазових мережах із заземленою нейтраллю напругою до 1 000 В.

Принципова схема занулення однофазової електроустановки зображена на рис.3.1.

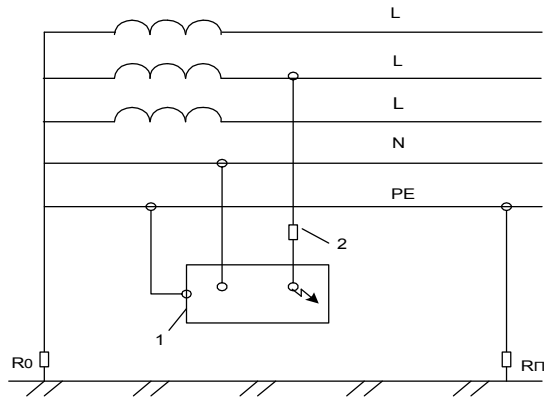


Рисунок 3.1 – Принципова схема занулення однофазової електроустановки:

1 – металевий корпус електроустановки; 2 – апарат захисту (запобіжники, автоматичні вимикачі і т.п.);  $R_0$  – робоче заземлення нейтралі обмотки джерела струму;  $R_{\Pi}$  – повторне заземлення нульового захисного провідника; L – фазові провідники; N – нульовий робочий провідник; PE – нульовий захисний провідник

Схема мережі до розрахунку занулення на вимикаючу здатність зображена на рисунку 3.2.

*Мета розрахунку* – визначення такого перерізу нульового захисного провідника, при якому струм короткого замикання  $I_K$  у задане число разів K перевищить номінальний струм апарату захисту  $I_{\text{ном}}^{A3}$ , що забезпечить селективне відключення споживача, тобто повинна виконуватися умова:

$$I_K \geq K \cdot I_{\text{ном}}^{A3} \quad (3.1)$$

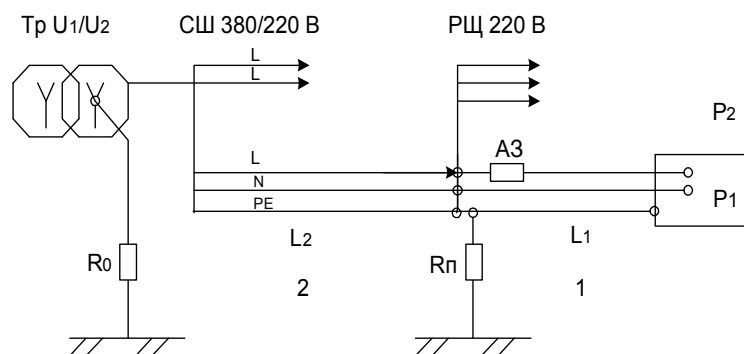


Рисунок 3.2 – Схема мережі до розрахунку занулення:

Tr – масляний трансформатор, що понижає напругу з  $U_1 = 6-10$  кВ до  $U_2 = 380$  В; схема з'єднання обмоток зірка-зірка; ЗШ – збірна шина; РЩ – розподільний щит; АЗ – апарат захисту; 1 – лінія, що живить електроустановку потужністю  $P_1$ ; 2 – живильний магістральний кабель.

### 3.2 Початкові дані для розрахунку

- 1)  $P_1$  – потужність однофазового споживача електроенергії, наприклад, електронно-обчислювальної машини (ЕОМ), Вт;
- 2)  $P_2$  – потужність усіх споживачів, які живляться від цього фазового провідника (кондиціонери, вентилятори, освітлювальні прилади, ЕОМ, принтери тощо), Вт;
- 3)  $L_1$  – довжина ділянки 1, м (до 100 м);
- 4)  $L_2$  – довжина ділянки 2, м (до 500 м).
- 5)  $U_{\text{л}}$  – лінійна напруга;  $U_{\text{л}}=380$  В;
- 6)  $U_{\text{ф}}$  – фазова напруга;  $U_{\text{ф}}=220$  В.

Згідно з ДНАОП 0.00-1.31-99 "Правила охорони праці при експлуатації ЕОМ" електромережа, що живить ЕОМ та інші однофазові електроустановки, виконується як групова трипровідна лінія шляхом прокладки фазового, нульового робочого і нульового захисного провідників з міді або алюмінію. Якщо кількість ЕОМ не перевищує 5 і вони розташовані по периметру приміщення, кабель в оболонці з неспалених матеріалів прокладають по підлозі уздовж стін. Якщо кількість ЕОМ перевищує 5 або вони розташовані у центрі приміщення, кабель прокладають у металевих трубах та гнучких металевих рукавах з відводами. На ділянці 2 кабель пролягає у землі.

### 3.3 Послідовність розрахунків

#### 3.3.1 Вибір запобіжника

3.3.1.1 Визначення струму  $I_1$ , що живить електроустановку (ЕУ) потужністю  $P_1$ , Вт:

$$I_1 = \frac{P_1}{U_{\text{ф}}}, \text{ А} \quad (3.2)$$

3.3.1.2 Визначення пускового струму  $I_{\text{пуск}}$  ЕУ потужністю  $P_1$ , Вт:

$$I_{\text{пуск}} = \frac{K_n}{K_T} I_1, \text{ А}, \quad (3.3)$$

де  $K_n$  – коефіцієнт кратності пускового струму;  $K_n = 2 \dots 7,5$ ;

$K_T$  – коефіцієнт складності пуску, залежить від часу пуску;  $K_T = 1,6 \dots 2,5$ ;

$K_T = 1,6$ ; якщо час пуску більше 10 с – складний пуск;

$K_T = 2,0$ ; якщо час пуску дорівнює 10 с – середній пуск;

$K_T = 2,5$ ; якщо час пуску дорівнює 5 с – легкий пуск.

Для ЕОМ:  $K_n = 3$ ;  $K_T = 2,5$ .

### 3.3.1.3 Вибір апарата захисту

Номінальний струм, при якому спрацьовує апарат захисту, повинен перевищувати  $I_{\text{пуск}}$ , інакше апарат захисту буде спрацьовувати при кожному вмиканні електроустановки.

Для ЕОМ можна вибрати запобіжник типу ВПШ, технічні дані яких наведені у табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Технічні дані запобіжників ВПШ (швидкодіючих)

$I_{\text{ном}}^{\text{А3}}$ , А	ВПШ 6-х
1	6–7
1,25	6–8
1,6	6–9
2	6–10
3,15	6–11
4	6–12
5	6–13

### 3.3.2 Визначення струму короткого замикання фази на корпус ЕУ

$$I_{\text{к}} = \frac{U_{\text{ф}}}{\frac{Z_{\text{мп}}}{3} + Z_{\text{пфн}}}, \text{ А}, \quad (3.4)$$

де  $Z_{\text{тр}}$  – повний опір трансформатора, Ом;  
 $Z_{\text{пфн}}$  – повний опір петлі фаза-нуль, Ом.

#### 3.3.2.1 Визначення повного опору трансформатора

Величина  $Z_{\text{тр}}$  залежить від потужності трансформатора, конструктивного виконання, напруги і схеми з'єднання його обмоток (зіркою або трикутником).

Значення  $Z_{\text{пфн}}$  наведені у таблиці 3.2.

Потужність трансформатора визначається за умовою

$$N_{\text{мп}} = 4 \cdot P_2, \text{ кВт} . \quad (3.5)$$

Таблиця 3.2 – Повний опір масляних трифазових трансформаторів при схемі з'єднання обмоток зірка–зірка і напрузі на первинній обмотці 6–10 кВт

Повний опір $Z_{тр}$ , Ом	Потужність трансформатору $N_{тр}$ , кВт
3,11	25
1,949	40
1,237	63
0,799	100
0,487	160
0,312	250

### 3.3.2.2 Визначення повного опору петлі фаза–нуль.

Повний опір петлі фаза–нуль визначається за формулою

$$Z_{нфн} = \sqrt{(R_{\phi} + R_{нз}) + X^2}, \text{ Ом}, \quad (3.6)$$

де  $R_{\phi}$ ,  $R_{нз}$  – активні опори фазового і нульового захисного провідників, відповідно, Ом;

$X$  – індуктивний опір петлі фаза–нуль, який визначається за формулою

$$X = X_{\phi} + X_{нз} + X_{вз}, \text{ Ом}, \quad (3.7)$$

де  $X_{\phi}$ ,  $X_{нз}$  внутрішні індуктивні опори фазового і нульового провідників відповідно, Ом;

$X_{вз}$  – зовнішній індуктивний опір, зумовлений взаємоіндукцією петлі фаза–нуль, Ом.

Для мідних та алюмінієвих провідників  $X_{\phi}$  та  $X_{нз}$  порівняно малі (близько 0,0156 Ом/км), тому ними можна знехтувати.

Зовнішній індуктивний опір  $X_{вз}$  залежить від відстані між проводами  $D$  та їхніми діаметрами  $d$ . Якщо нульові захисні проводи прокладають спільно з фазовими, значення  $D$  мале й спільномірне з діаметром  $d$ , тому опір  $X_{вз}$  незначний (не більше 0,1 Ом/км) і ним можна знехтувати. Тоді

$$Z_{пфн} = R_{\phi} + R_{нз}. \quad (3.8)$$

Таким чином формула (3.4) приймає вигляд

$$I_{\kappa} = \frac{U_{\phi}}{\frac{Z_{mp}}{3} + R_{\phi} + R_{нз}}, \text{ А}, \quad (3.9)$$

### 3.3.2.3 Визначення активного опору фазового провідника:

$$R_{\phi} = R_{\phi_1} + R_{\phi_2}, \text{ Ом}, \quad (3.10)$$

де  $R_{\phi_1}, R_{\phi_2}$  – опір фазового провідника на ділянках 1 та 2 відповідно, Ом.  
Для провідників з кольорових металів

$$R_{\phi_1} = \rho \frac{L_1}{S_{\phi_1}}, \text{ Ом} \quad (3.11)$$

$$R_{\phi_2} = \rho \frac{L_2}{S_{\phi_2}}, \text{ Ом} \quad (3.12)$$

де  $\rho$  – питомий опір,  $\frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$ , який дорівнює для міді 0,018 а для алюмінію 0,028.

$S_{\phi_1}, S_{\phi_2}$  – перерізи фазового провідника для ділянок 1 та 2 відповідно,  $\text{мм}^2$ .

Перерізи фазових проводів визначають при проектуванні електричної мережі струму, залежно від умов прокладання кабелю, матеріалу провідників і т.п. (табл. 3.3).

Для ділянки 1 вибираємо переріз, який відповідає струму  $I_1$ , для ділянки 2–струму  $I_2$ , який визначаємо за формулою

$$I_2 = \frac{P_2}{U_{\phi}}, \text{ А} \quad (3.13)$$

Таблиця 3.3 – Тривалий допустимий струм для трижильних кабелів

Переріз струмопровідної жили, $\text{мм}^2$	Струм $I$ , А при прокладанні кабелів					
	у ґрунті		у повітрі		в металевих трубах	
	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
1	2	3	4	5	6	7
1	–	–	–	–	14	–
1,5	27	–	19	–	15	–
2,0	–	–	–	–	19	14
2,5	38	29	25	19	21	16
3	–	–	–	–	24	18
4	49	38	35	27	27	21
5	–	–	–	–	31	24
6	60	46	42	32	34	26
8	–	–	–	–	43	32
10	90	70	55	42	50	38

Продовження таблиці 3.3

1	2	3	4	5	6	7
16	115	90	75	60	70	55
25	150	115	95	75	85	65
35	180	140	120	90	100	75
50	225	175	145	110	135	105
70	275	210	180	140	175	135
95	330	255	220	170	215	165
120	385	295	260	200	250	190

### 3.3.2.4 Визначення опору нульового захисного провідника

$$R_{нз} = R_{нз1} + R_{нз2}, \text{ Ом}, \quad (3.14)$$

де  $R_{нз1}$ ,  $R_{нз2}$  – опір нульового захисного провідника на ділянках 1 та 2 відповідно, Ом.

Згідно з ДНАОП 0.00-1.31-99 "Правила охорони праці при експлуатації ЕОМ" площа перерізу нульового робочого та нульового захисного провідників в груповій трипровідниковій мережі повинна бути не менше площі фазового провідника, тобто

$$S_{нз1} = S_{\phi1}$$

$$S_{нз2} = S_{\phi2}$$

Відповідно,  $R_{нз} = R_{\phi}$ .

У побутових електричних мережах, якщо  $S_{\phi} < 25 \text{ мм}^2$ , то  $S_{\phi} = S_{нз}$ ; якщо  $S_{\phi} \geq 25 \text{ мм}^2$ , а фазові та нульові захисні провідники виконані з одного металу, переріз нульового захисного провідника повинен задовольняти співвідношенню

$$0,5 \cdot S_{\phi} \leq S_{нз} \leq S_{\phi} \quad (3.15)$$

## 3.4 Перевірка виконання умов надійності та ефективності роботи занулення

### 3.4.1 Повинно виконуватися співвідношення 3.1

$$I_K \geq K \cdot I_{ном}^{A3},$$

де  $K$  – запас надійності;  $K = 3$  для запобіжників;  $K = 1,25 \dots 1,4$  для автоматичних вимикачів.

3.4.2 Утрати напруги на ділянках 1 та 2 не повинні перевищувати 22 В:

$$U_{п1} + U_{п2} \leq 22 \text{ В};$$

$$U_{п1} = I_1 \cdot R_{ф1};$$

$$U_{п2} = I_2 \cdot R_{ф2}.$$

Якщо одна з цих умов не виконується, треба вибрати більший переріз провідників.

Розрахунок закінчується висновками про тип обраного запобіжника та перерізах фазового і нульового захисного провідників на ділянках 1 та 2.

### **Контрольні питання**

1. Галузь застосування занулення.
2. Принцип дії занулення.
3. Вимога, що ставиться до струму короткого замикання виходячи з надійності відключення пошкодженого електроспоживача.
4. Призначення нульового захисного провідника у схемі занулення.
5. Призначення повторного заземлення нульового захисного провідника.
6. У яких випадках буде діяти занулення ?
7. Як співвідносяться пусковий та номінальний струми, що живлять електроустановку, а також номінальний струм апарата захисту?
8. Як вибрати переріз фазового і нульового захисного провідника?
9. Від чого залежить опір обмоток трансформатора?
10. Умови перевірки надійності розрахунку занулення.

### **Список джерел**

1. Долин П. А. Основы техники безопасности в электроустановках: Учебное пособие для вузов. – М. : Энергия, 1984.- 448 с.
2. ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление. Введ. 01.07.82.
3. ДНАОП 0.00-1.31-99. Правила охорони праці при експлуатації ЕОМ. – Київ, 1999.
4. ДНАОП 0.00-1.32-01 ПУЭ. Электрооборудование специальных установок. – Киев : Укрархстройинформ, 2001.



## **Практичне заняття № 4 РОЗРАХУНОК СОЦІАЛЬНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРАЦЕОХОРОННИХ ЗАХОДІВ НА ПІДПРИЄМСТВІ**

### **4.1 Загальні питання**

Одним із основних завдань управління охороною праці є оцінка ефективності заходів щодо поліпшення умов і охорони праці, яка має використовуватися для підготовки управлінських рішень щодо забезпечення безпеки виробництва. Але відсутність сучасних рекомендацій і методик для розрахунку ефективності заходів, спрямованих на поліпшення умов і охорони праці, стримує повномасштабне застосування сучасних методів управління охороною праці на макро- і мікрорівні.

В умовах командно-адміністративної системи працезохоронна діяльність обмежувалася рамками, що визначалися органами управління вищого рівня. Здійснювалося це за допомогою різних норм, нормативів та рекомендацій щодо переліку показників, за якими розраховувалася ефективність діяльності з охорони праці. Заміна старого господарського механізму призвела до того, що чимало цих показників, норм і нормативів стали не прийнятими в нових умовах. Звернення до досвіду економічно розвинутих країн також не вирішує кардинально цю проблему, оскільки використовувані в цих країнах показники та методи їх визначення потребують адаптування до економічних умов в Україні.

У результаті аналізу зарубіжного та вітчизняного досвіду оцінки ефективності заходів щодо поліпшення умов і охорони праці та загальних положень теорії ефективності встановлено, що методика визначення ефективності охорони праці має забезпечувати:

- можливість розрахунків на всіх рівнях управління охороною праці;
- урахування інтересів власника підприємства, найманих працівників та держави;
- можливість порівняння показників між собою та з показниками іншого періоду;
- максимальну інформативність при обмежених даних;
- незалежність власника підприємства при виборі критерію ефективності стратегії і тактики працезохоронної діяльності на підприємстві;
- простоту і оперативність розрахунків ефективності;
- можливість використання показників окремо та в комбінаціях.

З урахуванням наведених положень, досвіду країн з розвинутою ринковою економікою та основних досягнень вітчизняних вчених та економістів, які мають практичний досвід роботи, була запропонована

методика визначення соціальної ефективності працезохоронних заходів [1, 2]. У методиці наведено формули для розрахунку таких основних показників соціального ефекту:

- скорочення кількості робочих місць, що не відповідають вимогам нормативних актів;
- скорочення працівників, які працюють в умовах, що не відповідають вимогам санітарних норм;
- збільшення кількості машин і механізмів та виробничих приміщень, приведених у відповідність до вимог нормативних актів;
- зменшення коефіцієнта частоти травматизму та профзахворюваності через незадовільні умови праці;
- зменшення коефіцієнта тяжкості захворювань та кількості випадків виходу на інвалідність внаслідок травматизму чи профзахворюваності.

Оцінка соціально-економічної ефективності працезохоронних заходів здійснюється на підприємствах усіх форм власності, у тому числі на робочому місці, дільниці, в цеху. Вона може визначатися також по галузі та країні в цілому.

Соціальна, соціально-економічна і економічна ефективність поліпшення умов і охорони праці мають визначатися на всіх стадіях розробки і запровадження працезохоронних заходів:

- на стадії планування заходів (розрахункова ефективність) з метою обґрунтування оптимального варіанта заходу (при порівнянні варіантів перевага надається тому, який забезпечує найбільший соціальний ефект);
- після впровадження заходів (фактична ефективність) для оцінки кінцевих результатів роботи.

Наведена нижче методика є основою для розробки галузевих нормативно-методичних документів з визначення соціально-економічної ефективності заходів щодо поліпшення умов і охорони праці з урахуванням специфіки виробництва. Методи розрахунку, що пропонуються, орієнтовані на інформацію, яку мають у своєму розпорядженні підприємства усіх форм власності.

#### **4.2 Методика розрахунку соціальної ефективності працезохоронних заходів**

Оцінка соціального ефекту від запроваджених або планованих заходів щодо поліпшення умов і охорони праці передбачає використання таких показників.

4.2.1 Скорочення кількості робочих місць  $\Delta K$ , що не відповідають вимогам нормативних актів щодо безпеки виробництва, розраховується за формулою

$$\Delta K = \frac{K_1 - K_2}{K_3} \cdot 100\%,$$

де  $K_1$ ,  $K_2$  – кількість робочих місць, що не відповідають вимогам санітарних норм до і після проведення заходів;

$K_3$  – загальна кількість робочих місць.

4.2.2 Зменшення кількості зайнятих осіб ( $\Delta K$ ), які працюють в умовах, що не відповідають вимогам санітарних норм, визначається за формулою

$$\Delta K = \frac{K_1 - K_2}{K_3} \cdot 100\%,$$

де  $K_1$ ,  $K_2$  – кількість зайнятих осіб, які працюють в умовах, що не відповідають санітарним нормам до і після впровадження заходу;

$K_3$  – річна середньооблікова кількість працівників.

4.2.3 Збільшення кількості машин, механізмів ( $\Delta M$ ) та виробничих приміщень ( $\Delta B$ ), приведених до вимог норм охорони праці, обчислюється за формулами

$$\Delta M = \frac{M_1 - M_2}{M_3} \cdot 100\%;$$

$$\Delta B = \frac{B_1 - B_2}{B_3} \cdot 100\%.$$

де  $M_1$ ,  $M_2$  – кількість машин і механізмів, що не відповідають нормативним вимогам до і після впровадження заходу, шт.;

$M_3$  – загальна кількість машин і механізмів, шт.;

$B_1$ ,  $B_2$  – кількість виробничих приміщень, які не відповідають нормативним вимогам до і після впровадження заходу, шт.;

$B_3$  – загальна кількість виробничих приміщень, шт.

4.2.4 Зменшення коефіцієнта частоти травматизму  $\Delta K_{\text{ч}}$  встановлюється за формулою

$$\Delta K_{\text{ч}} = \frac{N_1 - N_2}{\text{Ч}_3} \cdot 1000,$$

де  $N_1, N_2$  – кількість випадків травматизму відповідно до і після впровадження заходу;

$\text{Ч}_3$  – річна середньооблікова кількість працівників, осіб.

4.2.5 Зниження коефіцієнта тяжкості травматизму  $\Delta K_t$  розраховується за формулою

$$\Delta K_t = \frac{D_1}{N_1} - \frac{D_2}{N_2},$$

де  $D_1, D_2$  – кількість днів непрацездатності через травматизм відповідно до і після впровадження заходу.

4.2.6 Зменшення коефіцієнта частоти професійної захворюваності через незадовільні умови праці визначається за формулою

$$\Delta K_3 = \frac{Z_1 - Z_2}{\text{Ч}_3} \cdot 100,$$

де  $Z_1, Z_2$  – кількість випадків професійних захворювань відповідно до і після впровадження заходу.

4.2.7 Скорочення коефіцієнта тяжкості захворювання обчислюється за формулою

$$\Delta K_4 = \frac{D_{31}}{K_{31}} - \frac{D_{32}}{K_{32}}$$

де  $D_{31}, D_{32}$  – кількість днів тимчасової непрацездатності через хвороби відповідно до і після вживання заходу;

$K_{31}, K_{32}$  – кількість випадків захворювання відповідно до і після вжиття заходу.

4.2.8 Зменшення кількості випадків виходу на інвалідність ( $\Delta K_i$ ) внаслідок травматизму чи професійної захворюваності встановлюється за формулою

$$\Delta K = \frac{K_{i1} - K_{i2}}{K_3}$$

де  $K_{i1}, K_{i2}$  – кількість працівників, які стали інвалідами до і після проведення заходу, осіб.

4.2.9 Скорочення плинності кадрів через незадовільні умови праці розраховується за формулою

$$\Delta K_{\text{п}} = \frac{K_{\text{п1}} - K_{\text{п2}}}{K_3},$$

де  $K_{\text{п1}}$ ,  $K_{\text{п2}}$  – кількість працівників, які звільнилися за власним бажанням через незадовільні умови праці відповідно до і після вживання заходу, осіб.

### 4.3 Порядок виконання практичної роботи

4.3.1 Ознайомитися із запропонованою методикою.

4.3.2 За вказаним викладачем варіантом, наведеним у табл. 4.1, визначити соціальну ефективність працезохоронного заходу.

4.3.3 Оформити звіт і зробити висновок по роботі.

Таблиця 4.1 – Вихідні дані для розрахунку соціальної ефективності працезохоронних заходів

№ з/п	Величина і параметри												
	$K_1$	$K_2$	$K_3$	$\text{Ч}_1$	$\text{Ч}_2$	$\text{Ч}_3$	$M_1$	$M_2$	$M$	$B_1$	$B_2$	$B$	$N_1$
1	200	110	400	300	190	560	200	110	400	50	35	100	5
2	115	95	320	400	320	810	115	95	520	25	14	60	1
3	105	98	200	150	113	295	105	98	215	21	20	45	3
4	96	96	210	120	120	160	96	96	192	18	18	24	2
5	38	21	85	50	46	120	38	21	85	29	26	60	6
6	17	16	100	85	80	190	17	16	100	19	15	35	4
7	195	116	203	215	180	506	195	116	203	30	21	61	15
8	161	98	295	311	288	613	161	90	295	15	13	28	6
9	158	112	281	205	173	518	158	112	265	81	67	150	3
10	117	96	215	118	120	305	305	298	604	60	73	210	5
11	292	281	605	390	315	815	305	295	815	60	49	120	3
12	415	395	819	499	416	985	415	395	1005	81	79	215	8
13	116	95	215	300	290	505	146	95	215	18	15	35	3
14	86	79	191	180	158	309	86	79	211	21	16	55	5
15	100	98	305	215	183	415	100	98	305	18	14	38	1

Таблиця 4.2 – Вихідні дані для розрахунку соціальної ефективності працезохоронних заходів

№	Величина і параметри												
	N <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	З <sub>1</sub>	З <sub>2</sub>	Ч <sub>і1</sub>	Ч <sub>і2</sub>	Ч <sub>п1</sub>	Ч <sub>п2</sub>	Д <sub>з1</sub>	Д <sub>з2</sub>	К <sub>з1</sub>	К <sub>з2</sub>
1	4	30	16	1	0	1		18	18	420	110	20	13
2	2	3	15	50	120		1	10	15	300	190	15	9
3	1	9	5	46	30		2	9	8	205	200	15	6
4	2	10		12				13	18	110	90	22	20
5	3	18	15	180	120		2	10	13	15	15	10	10
6	4	20	17	210	180	3		30		3	8	1	2
7	2	22	15	10	18		1		2	315	220	10	15
8	6	21	18	10	310	1	3	2	5	410	25	12	2
9	5	30	16	260	405		2	15	6	180	60	15	8
10	7	36	36	318	600	1	1	3	2	313	350	25	28
11	3	29	28	510	620	4	4		5	420	120	18	25
12	6	25	24	290	280	1	5		10	316	300	16	21
13	4	15	25	190	240		3	20	12	120	160	18	11
14	5	25	30	615	299	1		3	2	50	80	10	13
15	6	5	18	103	191	5	5	10	6	60	50	10	10

### Контрольні питання

1. Якими показниками характеризується зміна стану умов і охорони праці?
2. Що розуміють під соціальними результатами заходів щодо поліпшення умов та охорони праці?
3. Дайте визначення поняття “система управління охороною праці”.
4. Перелічіть основні витрати роботодавця на поліпшення умов та охорону праці на підприємстві.
5. Як розраховується соціально-економічна ефективність працезохоронних заходів?

### Список джерел

1. Методические рекомендации по комплексной оценке социально-экономической эффективности мероприятий по улучшению условий и охраны труда.
2. Методика визначення соціально-економічної ефективності заходів щодо поліпшення умов і охорони праці. – К., 1999.

## ДОДАТОК А

Таблиця А.1 – Коефіцієнт запасу  $K_3$ , що враховує токсичність шкідливих речовин, які виділяються з поверхні електроліту

Технологічний процес	Розрахункові шкідливі виділення	Максимальна кількість шкідливих речовин, що виділяються, $г/(см \cdot м^2) \cdot *$	$K_3$
1	2	3	4
Електрохімічна обробка металів у розчинах, що містять хромову кислоту концентрації 150–300 г/л при навантаженні на ванну $I = 1000 \text{ А}$ (хромування, анодне декапірування, зняття міді й ін.)	Хромовий андігريد	0,01	2
Те саме, 30–60 г/л (електрополірування алюмінію, сталі та ін.)	Те саме	0,002	1,6
Те саме, 30–100 г/л, при навантаженні на ванну $I = 500 \text{ А}$ , а також хімічне оксидування алюмінію і магнію (анодування алюмінію, анодування магнієвих сплавів і ін.)	-"	0,001	1,25
Хімічна обробка сталі в розчинах хромової кислоти і її солей при температурі розчину $t > 50^\circ \text{ С}$ (пасівування, травлення, зняття оксидної плівки, наповнення в хромпіку та ін.)	-"	0,0000055	1
Хімічна обробка металів у розчинах хромової кислоти і її солей при температурі розчину $t < 50^\circ \text{ С}$ (освітлення, пасівування та ін.)	-"	0*	0**
Те ж, у розчинах лугу (оксидування сталі, хімічне полірування алюмінію, розпушування окалини на титані, травлення алюмінію, магнію і їхніх сплавів та ін.) при температурі розчину $t, ^\circ \text{ С}$ : $> 100$ $< 100$	Луг Луг	0,055 0,055	1,25 1,6
Електрохімічна обробка металів у розчинах лугу (анодне зняття шламу, знежирення, лудіння, зняття олова, оксидування міді, зняття хрому та ін.)	-"	0,011	1,6
Хімічна обробка металів, крім алюмінію і магнію, у розчинах лугу (хімічне знежирення, нейтралізація та ін.) при температурі $t, ^\circ \text{ С}$ : $> 50$ $< 50$	-" -"	0** 0**	1 0***
Кадмірування, сріблення, золочення і електродекапірування в ціаністих розчинах	Ціаністи й водень Те саме Фтористий водень	0,0055 0,0015 0,02	2 1,6 1,6
Цинкування, міднення, латунювання, хімічне декапірування та амальгамування в ціаністих розчинах			
Хімічна обробка металів у розчинах, що містять фтористоводневу кислоту та її солі			

## Продовження таблиці А.1

1	2	3	4
Теж саме, у концентрованих холодних і розведених нагрітих розчинах, що містять соляну кислоту (травлення, зняття шламу та ін.)	Хлористий водень	0,08	1,25
Теж саме, крім зняття цинкового і кадмієвого покриття, у холодних розчинах, що містять соляну кислоту концентрації до 200 г/л (травлення, декапірування та ін.)	Те саме	0,0003	0***
Електрохімічна обробка металів у розчинах, що містять сірчану кислоту концентрації 150–350 г/л, а також хімічна обробка металів у концентрованих холодних і розведених нагрітих її розчинах (анодидування, електрополірування, травлення, зняття нікелю, срібла, гідридна обробка титана та ін.)	Сірчана кислота	0,007	1,6
Міднення, луження, цинкування і кадміювання в сірчаноокислих розчинах при температурі розчину $t < 50^{\circ}\text{C}$ , а також хімічне декапірування	Те саме	0**	0***
Хімічна обробка металів у концентрованих нагрітих і електрохімічна обробка у концентрованих холодних розчинах, що містять ортофосфорну кислоту (хімічне полірування алюмінію, електрополірування сталі, міді та ін.)	Фосфорна кислота	-	1,6
Хімічна обробка металів у концентрованих холодних і розведених нагрітих розчинах, що містять ортофосфорну кислоту (фосфотування та ін.)	Теж саме	-	1,25
Теж саме, у розведених розчинах, що містять азотну кислоту (освітлення алюмінію, хімічне зняття нікелю, травлення, декапірування міді, пасивування та ін.) при концентрації розчину, г/л:	Азотна кислота та окисли азоту	0,003	1,25
>100		0**	0***
<100	Те саме		
Нікелювання в хлоридних розчинах при щільності струму 3–5 А/дм <sup>2</sup>	Розчинні солі нікелю	0,00015	2
Нікелювання в сульфатних розчинах при щільності струму 1–3 А/дм <sup>2</sup>	Теж саме	0,00003	1,6

Примітки:

1) У бортовому відсмоктувачі і повітроводі затримується 85% шкідливих речовин, що виділяються у виді аерозолів.

2) Кількість шкідливих речовин, що виділяються, настільки невелика, що практично може не враховуватися.



Таблиця А.2 – Швидкості, що рекомендуються при усмоктуванні повітря в прорізах шаф

Операції, виконувані в шафі	Шкідливі виділення	Частина прорізу, через котру відбувається основне вибивання шкідливих виділень	Швидкість усмоктування, що рекомендується
Термічна обробка металів			
Загартування і відпустка в масляній ванні	Пари олії і продукти його розкладання	Верхня	0,3
Загартування в селітровій ванні при 400–700 °С	Аерозоль селітри, тепло	-"	0,3
Загартування в соляній ванні при 350–1100 °С	Аерозоль солі, тепло	-"	0,5
Свинцювання при 400 °С	Пари та аерозоль свинцю	-"	1,5
Ціанування в солях при 800–900 °С	Пил ціаністих з'єднань	-"	1,5
Гальванічна обробка металів (холодні преси)			
Кадмірування ціаністе або сріблення	Пари синильної кислоти	Весь проріз	1–1,5
Міднення ціаністе	Те саме	Те саме	1–1,5
Знежирення: Бензином Хлорованими вуглеводнями електричне	Бензин	Нижня	0,5
	Пари хлорованих вуглеводнів	-"	0,7
	Туман лугів	Весь проріз	0,3–0,5
Свинцювання	Свинець	Весь проріз	1,5
Травлення: азотною кислотою соляною кислотою	Пари кислоти та окисли азоту	Те саме	0,7–1
	Пари і туман кислоти	-"	0,5–0,7
Хромування	Хромовий туман, ангідрид хромової кислоти	-"	1–1,5
Цинкування ціаністе	Пари синильної кислоти	-"	1–1,5
Операції різного характеру			
Гідропіскоструминне очищення	Силікатний пил	Периметр робочого прорізу	1–1,5
Металізація розпиленням	Пил металів	Те саме	1–1,5
Ручне змішування, розважування і розфасовка сипучих матеріалів, готування шихти	Пил оброблюваного матеріалу	Весь проріз	0,5–1,2
Пайка свинцем або третником	Пари та аерозолі свинцю	Те саме	0,5–0,7
Зварювання дрібних виробів	Аерозоль металу	Верхня	По L
Лабораторні роботи	Різні пари і гази	Весь проріз	0,3–0,5

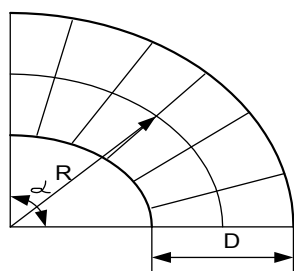


Рисунок А.1 – Значення  $\zeta_0$  відводу з ланок круглого перетину

Таблиця А.3 – Значення  $\zeta_0$  відводу з ланок круглого перетину

$\alpha^0$	30	45	60	90
При $R/D = 1,5$				
$\zeta_0$	0,2	0,25	0,3	0,4
При $R/D = 2$				
$\zeta_0$	0,15	0,2	0,3	0,35

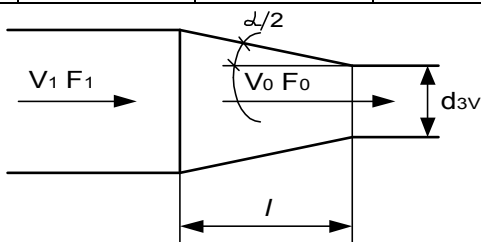


Рисунок А.2 – Значення  $\zeta_0$  конфузора в мережі

Таблиця А.4 – Значення  $\zeta_0$  конфузора в мережі

$l/d_{3v}$	Значення $\zeta_0$ при $\alpha^0$			
	10	20	30	40
0,1	0,41	0,34	0,27	0,24
0,15	0,39	0,29	0,22	0,18
0,6	0,29	0,2	0,15	0,13
Більше 0,6	0,1	0,1	0,1	0,1

Таблиця А.5 – Коефіцієнти  $K_1$  і  $K_2$  на втрати тиску, що враховують температуру переміщуваного повітря

Температура повітря, $^{\circ}\text{C}$	Коефіцієнт на втрати тиску		Температура повітря, $^{\circ}\text{C}$	Коефіцієнт на втрати тиску	
	$K_1$ на тертя	$K_2$ на місцеві опори		$K_1$ на тертя	$K_2$ на місцеві опори
1	2	3	4	5	6
- 30	1,15	1,2	60	0,91	0,88
- 20	1,12	1,16	70	0,89	0,86

Продовження таблиці А.5

1	2	3	4	5	6
- 10	0,09	1,11	80	0,87	0,83
0	1,05	1,07	90	0,85	0,81
10	1,02	1,03	100	0,83	0,79
20	1	1	125	0,8	0,74
30	0,98	0,97	150	0,77	0,7
40	0,95	0,94	175	0,74	0,66
50	0,93	0,91	200	0,7	0,62

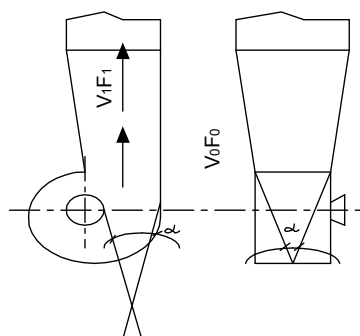


Рисунок А.3 – Значення  $\zeta_0$  дифузора пірамідального за відцентровим вентилятором

Таблиця А.6 – Значення  $\zeta_0$  дифузора пірамідального за відцентровим вентилятором

$F_0/F_1$	Значення $\zeta_0$ при $\alpha^0$				
	10	15	20	25	30
0,25	4	7	9,3	10,2	10,9
0,3	2,6	4,7	6,1	6,9	7,3
0,4	1,3	2,3	3	3,4	3,6
0,5	0,7	1,3	1,7	1,9	2,1
0,6	0,4	0,7	1	1,1	1,2

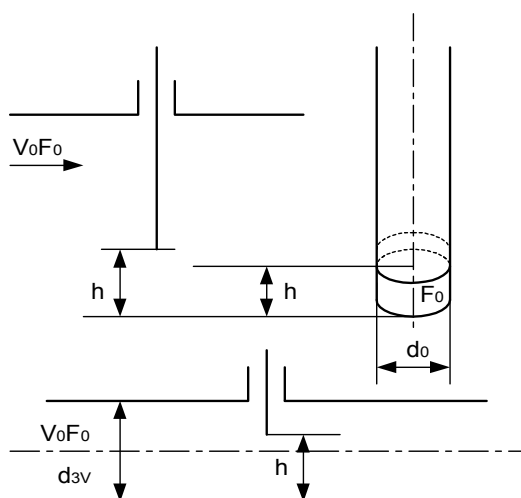


Рисунок А.4 – Значення  $\zeta_0$  шибера

Таблиця А.7 – Значення  $\zeta_0$  шибера

$h/d_0$	$F_{II}/F_0$	Значення шибера, $\zeta_0$
0	0	$\infty$
0,1	—	—
0,2	0,25	35
0,3	0,38	10
0,4	0,5	4,6
0,5	0,61	2,06
0,6	0,71	0,98
0,7	0,81	0,44
0,8	0,9	0,17
0,9	0,96	0,06
1	1	0

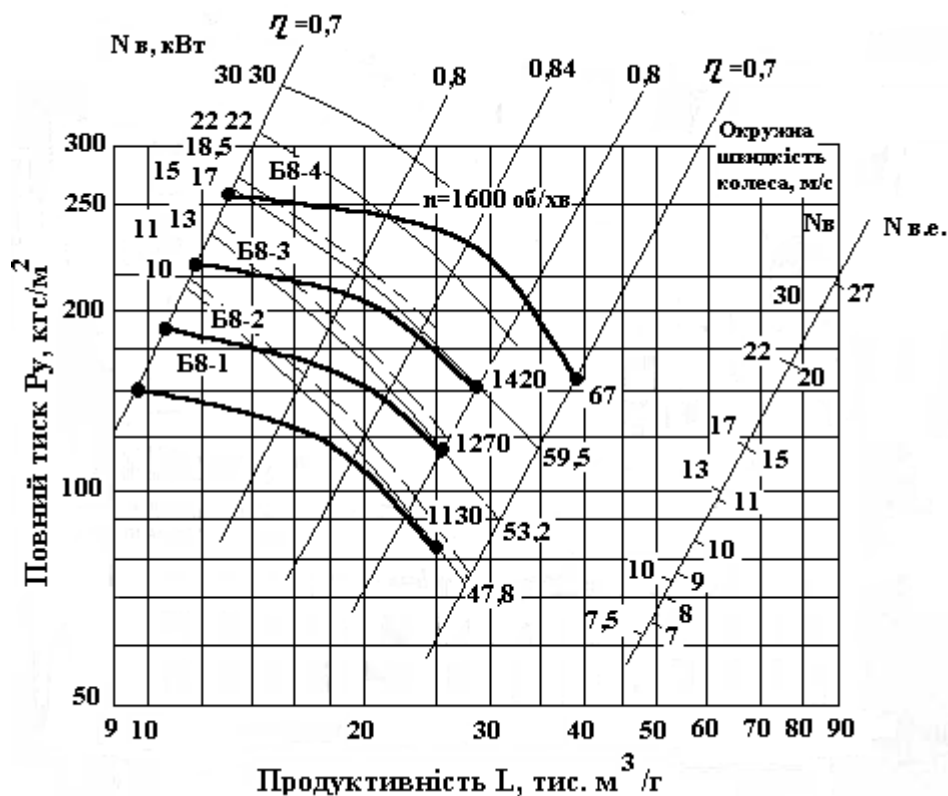


Рисунок А.5 – Характеристики вентилятора Ц4-76 № 8

Вибір вентиляторів проводиться по індивідуальних характеристиках. На індивідуальних характеристиках над кривою тиску зазначені швидкості обертання вентиляторів  $n$ , об/хв, а праворуч - окружні швидкості робочих коліс, м/с. На характеристиках надано лінії настановних потужностей  $N_y$  для електродвигунів старої серії А<sub>2</sub> і А02 (проведені суцільними лініями), і нової 4А (пунктирними лініями). Значення  $N_y$ , що відповідають двигунам

серії А2 і А02, зазначені ліворуч від графіка в правому стовпці, а значення  $N_y$ , що відповідають двигунам серії 4А, - у лівому. У тих випадках, коли значення  $N_y$  для двигунів цих серій збігаються, криві потужності проведені суцільними лініями.

На індивідуальних характеристиках проведені лінії постійного К.К.Д вентилятора. Робоча область (енергетично вигідна) на індивідуальних характеристиках (рис.1.2...1.21, 1.41...1.50) виділена жирною лінією.

Індивідуальні характеристики вентиляторів інших типорозмірів (рис. 1.3...1.21, 1.41...1.50) приведені в додатку 1. Вентилятори [3].

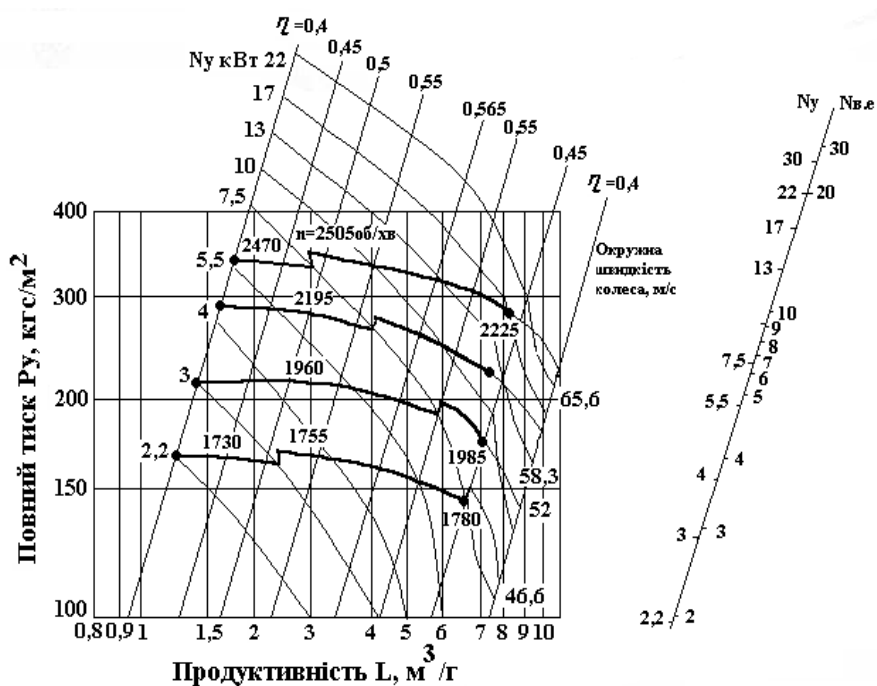


Рисунок А.6 – Характеристики вентилятора Ц4-70 № 4 з колесом  $D_{ном}$

## ДОДАТОК Б

Таблиця Б.1 – Завдання для розрахунку занулення

№	Силове навантаження $n \times P$ , кВт			Освітлювальне навантаження		Трансформатор			Кабелі		
	ЕД –1	ЕД –2	$K_3$	$P_{осв}$ кВт	$\cos\varphi$	Тип	$U_1/U_2$ , кВт	Схема з'єдн. обмоток	Довжина, м		Захист
									$L_1$	$L_2$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	2 x 5	1 x 200	0,90	40	1,00	М	6 / 0,4	Y/ Y <sub>Н</sub>	100	10	АВ
2	1 x 10	2 x 160	1,00	45	0,90	М	10/0,4	$\Delta$ / Y <sub>Н</sub>	150	15	ПР
3	3 x 15	3 x 132	0,85	30	0,85	М	35/ 0,4	Y/ Z <sub>Н</sub>	175	20	АВ
4	2 x 22	1 x 110	0,95	42	0,87	С	6/ 0,4	$\Delta$ / Y <sub>Н</sub>	125	25	АВ
5	3 x 30	3 x 90	0,88	60	0,91	С	10/ 0,4	Y/ Y <sub>Н</sub>	90	30	ПР
6	4 x 45	1 x 75	1,00	55	0,89	С	35/ 0,4	$\Delta$ / Y <sub>Н</sub>	85	35	АВ
7	5 x 55	-	0,95	65	0,84	М	6/ 0,4	Y/ Z <sub>Н</sub>	80	40	АВ
8	1 x 5	3 x 75	0,90	45	0,85	М	10/ 0,4	Y/ Y <sub>Н</sub>	130	45	ПР
9	3 x 10	2 x 200	0,89	40	0,87	М	35/ 0,4	$\Delta$ / Y <sub>Н</sub>	140	50	АВ
10	1 x 15	3 x 160	0,93	50	0,90	С	6/ 0,4	$\Delta$ / Y <sub>Н</sub>	120	47	АВ
11	1 x 22	4 x 132	0,94	55	0,89	С	10/ 0,4	Y/ Y <sub>Н</sub>	110	43	ПР
12	1 x 30	5 x 110	1,00	48	0,86	С	35/ 0,4	$\Delta$ / Y <sub>Н</sub>	105	38	АВ
13	1 x 45	3 x 90	0,98	35	0,87	М	6/ 0,4	Y/ Z <sub>Н</sub>	95	27	АВ
14	1 x 55	1 x 75	0,87	60	0,88	М	10/ 0,4	Y/ Y <sub>Н</sub>	75	23	ПР
15	2x200	-	0,88	65	0,89	М	35/ 0,4	$\Delta$ / Y <sub>Н</sub>	78	18	АВ
16	4x160	-	0,90	68	0,90	С	6/ 0,4	$\Delta$ / Y <sub>Н</sub>	88	13	АВ

Таблиця Б.2 – Завдання для розрахунку занулення

№	Фазовий кабель				Нульовий захисний кабель	
	Матеріал жили		Ізоляція		Матеріал	Ізоляція
	$I_1$	$I_2$	$I_1$	$I_2$		
1	алюм	алюм	ПХВ	ПХВ	алюм	Папір
2	мідь	мідь	резин	резин	мідь	Папір
3	мідь	мідь	резин	резин	алюм	Папір
4	алюм	алюм	ПХВ	ПХВ	мідь	Папір
5	мідь	мідь	папір	папір	алюм	ПХВ
6	мідь	мідь	папір	папір	мідь	ПХВ
7	алюм	мідь	ПХВ	ПХВ	мідь	Гума
8	мідь	алюм	ПХВ	ПХВ	алюм	Гума
9	алюм	алюм	резин	резин	алюм	Папір
10	мідь	мідь	ПХВ	ПХВ	мідь	Папір
11	мідь	алюм	папір	резин	алюм	ПХВ
12	алюм	мідь	резин	бумаж	мідь	ПХВ
13	мідь	мідь	папір	бумаж	алюм	ПХВ
14	алюм	алюм	резин	резин	мідь	ПХВ
15	алюм	алюм	ПХВ	ПХВ	алюм	Гума
16	мідь	мідь	бумаж	бумаж	мідь	Гума

Таблиця Б.3 – Технічні дані асинхронних електродвигунів під напругою 380 В

Тип двигуна	$P_{\text{НОМ}},$ кВт	При номінальному навантаженні			$K_{\text{П}} = \frac{I_{\text{ПУСК}}}{I_{\text{НОМ}}}$
		$n, \text{об./ хв}$	$\eta, \%$	$\cos \varphi$	
4A160S2Y3	15	2940	88	0,91	7
4A180S2Y3	22	2945	88,5	0,91	7,5
4A180M2Y3	30	2945	90,5	0,9	7,5
4A200L2Y3	45	750	91	0,9	7,5
AI280S8Y3	55	750	92	0,86	6
AI280M8Y3	75	1000	93	0,87	6
AI280M6Y3	95	1000	93	0,9	6,5
AI315S6Y3	110	1000	93	0,92	6
AI315M6Y3	132	1000	93,5	0,9	6,5
AI355S6Y3	160	1000	94	0,9	7
AI355M6Y3	200	1000	94,5	0,9	7

Умовні позначення:  $n$  – частота обертання, об/ хв;  $\eta$  - КПД двигуна;  $\cos \varphi$  – коефіцієнт потужності;  $I_{\text{ПУСК}}$  – пусковий струм, А;  $I_{\text{НОМ}}$  – номінальний струм, А;  $K_{\text{П}}$  – кратність пускового струму.

Таблиця Б.4 – Наближені розрахункові повні опори обмоток масляних трансформаторів

Потужність трансформатора, кВт	Номінальне напруження обмоток високої напруги, кВ	ZT, Ом, при схемі з'єднання	
		Y/ YH	$\Delta / \text{YH та Y/ ZH}$
25	6...10	3,110	0,906
40	6...10	1,949	0,562
63	6...10 – 20...35	1,237 – 1,136	0,360 – 0,407
100	6...10 – 20...35	0,799 – 0,764	0,226 – 0,327
160	6...10 – 20...35	0,487 – 0,478	0,141 – 0,203
250	6...10 – 20...35	0,312 – 0,305	0,090 – 0,130
400	6...10 – 20...35	0,195 – 0,191	0,056-
630	6...10 – 20...35	0,129 – 0,121	0,042-
1000	6...10 – 20...35	0,081 – 0,077	0,027 – 0,032
1600	6...10 – 20...35	0,054 – 0,051	0,017 – 0,020

*Виробничо-практичне видання*

Методичні рекомендації  
ДО ПРОВЕДЕННЯ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ ІЗ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**«БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ  
ОХОРОНИ ПРАЦІ»**

*(для студентів 2 курсу галузі знань 18 – Виробництво та технології  
спеціальності 185 – Нафтогазова інженерія та технології)*

Укладач **АБРАКІТОВ** Володимир Едуардович

Відповідальний за випуск *М. В. Хворост*

*За авторською редакцією*

Комп'ютерне верстання *В. Е. Абракітов*

План 2018, 221М

---

Підп. до друку 01.06.2018. Формат 60 x 84/16

Друк на ризографі. Ум. друк. арк. 2,80.

Тираж 50 пр. Зам. №

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет  
міського господарства імені О. М. Бекетова,  
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002.

Електронна адреса: [rectorat@kname.edu.ua](mailto:rectorat@kname.edu.ua)

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК 5328 від 11.04.2017.